

PCT

WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM  
Internationales Büro



INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation <sup>6</sup> : <b>H04Q 11/04</b>		A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: <b>WO 99/09782</b>
			(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 25. Februar 1999 (25.02.99)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE98/02109 (22) Internationales Anmeldedatum: 27. Juli 1998 (27.07.98)  (30) Prioritätsdaten: 197 35 166.2 13. August 1997 (13.08.97) DE  (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, D-80333 München (DE).  (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): LAMPE, Dorothea [DE/DE]; Fasanenweg 7, D-82061 Neuried (DE). THUDT, Raimar [DE/DE]; Johann-Emmer-Strasse 9, D-80995 München (DE).  (74) Gemeinsamer Vertreter: SIEMENS AKTIENGE- SELLSCHAFT; Postfach 22 16 34, D-80506 München (DE).		(81) Bestimmungsstaaten: CA, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).  Veröffentlicht Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.	

(54) Title: METHOD FOR ATM COMMUNICATION STATISTICAL MULTIPLEXING

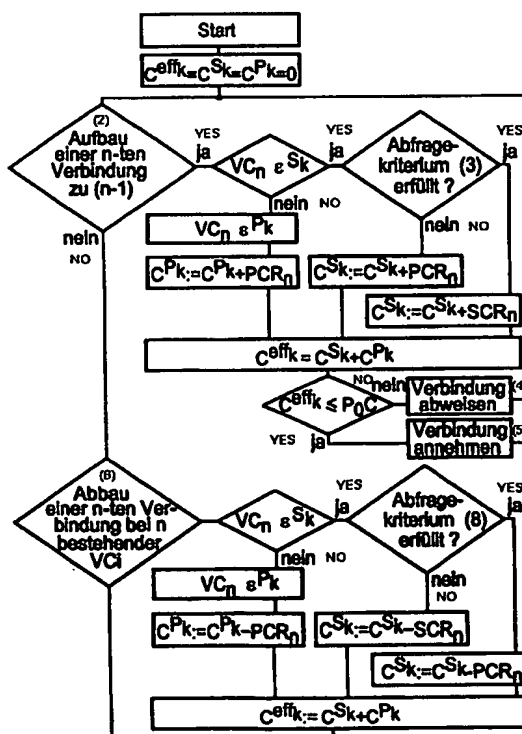
(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM STATISTISCHEN MULTIPLEXEN VON ATM-VERBINDUNGEN

(57) Abstract

During ATM communications a plurality of communications are transmitted through common link sections. New incoming communications are allowed on the basis of decisions made by acceptance algorithms. However only yes/no decisions are made. It is nevertheless desirable that the reserved band width required for all the communications carried out by said link sections be known. This problem is solved by the invention whereby the band width is evaluated by steps while communications are being set up/switched out, by modifying the sigma rule algorithm.

(57) Zusammenfassung

Bei ATM-Verbindungen werden eine Mehrzahl von Verbindungen über gemeinsame Verbindungsabschnitte übertragen. Neu hinzukommende Verbindungen werden nach Maßgabe von von Annahmealgorithmen getroffenen Entscheidungen zugelassen. Hierbei werden jedoch lediglich Ja/Nein-Entscheidungen getroffen. Oft ist jedoch die Kenntnis der Bandbreite der für die Gesamtheit aller über diese Verbindungsabschnitte geführten Verbindungen nötig. Die Erfindung löst dieses Problem, indem die Bandbreite schrittweise mit dem Auf-/Abbau von Verbindungen unter Modifizierung des Sigma-Rule-Algorithmus geschätzt wird.



(2)...SETTING UP A n<sup>th</sup> COMMUNICATION IN ADDITION TO (n-1)  
 (3)...QUERY CRITERION FULFILLED?  
 (4)...REFUSE COMMUNICATION  
 (5)...ACCEPT COMMUNICATION  
 (6)...SWITCHING OUT n<sup>th</sup> COMMUNICATION WHEN THERE ARE n VCI COMMUNICATIONS ALREADY  
 (8)...QUERY CRITERION FULFILLED?

### LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshjan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland			TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	ML	Mali	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MN	Mongolei	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MR	Mauretanien	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MW	Malawi	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	MX	Mexiko	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NE	Niger	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NL	Niederlande	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NO	Norwegen	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	NZ	Neuseeland		
CM	Kamerun			PL	Polen		
CN	China	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CU	Kuba	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CZ	Tschechische Republik	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
DE	Deutschland	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DK	Dänemark	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
EE	Estland	LR	Liberia	SG	Singapur		

## Beschreibung

Verfahren zum statistischen Multiplexen von ATM-Verbindungen.

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren gemäß dem Oberbegriff von Patentanspruch 1.

10 Bei Verbindungen, über die Informationen nach einem asynchronen Transfermodus (ATM) übertragen werden, sind eine Mehrzahl von Verbindungstypen definiert. So werden zum einen Verbindungen mit strengen Anforderungen an die Zellverzögerungszeiten von Verbindungen unterschieden, die keine strengen Anforderungen an die Zellverzögerungszeiten haben.

Zu ersteren sind insbesondere Verbindungen zu zählen, mittels denen Informationen mit einer konstanten Bitrate (Constant Bitrate, CBR) übertragen werden, sowie Verbindungen, über die  
20 Real Time Informationen mit variabler Bitrate (rt-VBR) übertragen werden.

Zu letzteren werden Non Real Time VBR-Verbindungen (nrt-VBR), oder Verbindungen gezählt, über die Informationen mit einer  
25 variablen Bitrate (Available Bitrate, ABR) übertragen werden oder Unspecified Bitrate Verbindungen (UBR).

Die Informationen aller fünf Verbindungstypen werden in ATM-Zellen gemeinsam über virtuelle Pfade bzw. virtuelle Leitungen mit vorgegebener Bitrate (Bandbreite) geführt. Im Rahmen  
30 des Aufbaus neuer Verbindungen, die strenge Anforderungen an die Zellverzögerungszeiten haben, ist es erforderlich, die Bandbreite zu berechnen, die für die Gesamtheit aller über einen Verbindungsabschnitt/ Verbindungsleitung oder einen  
35 virtuellen Pfad geführten Verbindungen benötigt wird. Zur Berechnung dieser effektiven Bandbreite ist es erforderlich, festzustellen, mit welcher Rate der für diesen Verbindungstyp

sowie die anderen Verbindungstypen (nrt-VBR, ABR, UBR) bereitgestellte große Zellenpeicher geleert werden darf.

5 Generell muß beim Aufbau einer ATM-Verbindung die sendende Einrichtung einer übergeordneten Steuereinrichtung (Call Acceptance Control) vorher festgelegte Parameter mitteilen. Dies ist erforderlich, um die Qualität der Verbindung für alle Teilnehmer (Quality of Service) sicherzustellen. Werden  
10 beispielsweise zu viele Zellen übertragen und damit die Übertragungskapazität überschritten, müssten zu viele Zellen verworfen werden. Dies ist jedoch unter allen Umständen zu vermeiden, da hiermit stets ein Verlust an Information verbunden ist. Hierzu existiert beispielsweise von Normierungsgremien die Forderung nach einer Zellverlustwahrscheinlichkeit von  
15  $10^{-10}$  einer Verbindung. Aus diesem Grund wird bereits beim Verbindungsaufbau berechnet, ob diese neue Verbindung zu bereits bestehenden Verbindungen angenommen werden kann. Ist die Übertragungskapazität bereits ausgeschöpft, wird die anfordernde Verbindung abgewiesen.

20

Zur Beschreibung dieser Vorgänge werden eine Reihe von Übertragungsparametern definiert. Hierzu zählt beispielsweise die auf einer Verbindung definierte Spitzenzellenrate (Peak Cell Rate, PCR). Dabei handelt es sich um eine obere Grenze für  
25 die Anzahl der ATM-Zellen, die pro Sekunde über diese Verbindung übertragen werden können. Weiterhin wird der Steuereinrichtung von der sendenden Einrichtung bei einer Verbindung mit variabler Bitrate eine dauernd erlaubte Zellrate (sustainable cell rate, SCR) mitgeteilt. Dies ist die obere Grenze  
30 einer mittleren Zellenrate, mit der die Zellen während des Bestehens der Verbindung übertragen werden. Als weiterer Parameter sind der Steuereinrichtung die maximal mögliche Übertragungskapazität der Verbindungsleitung (Link Cell Rate, C) sowie die maximal mögliche Last auf der Verbindungsleitung  
35 ( $p_0$ ) bekannt. Bei ersterem handelt es sich quasi um eine Materialkonstante der Verbindungsleitung, während mit der letzteren eine Größe definiert wird, mit der die maximal zuläs-

sige Summenzellenrate auf der Verbindungsleitung angegeben wird. Dies ist in der Regel 95% der maximal mögliche Übertragungskapazität der Verbindungsleitung. Nach Maßgabe dieser Parameter wird dann entschieden, ob neuen Verbindungswünschen  
 5 entsprochen werden kann oder nicht.

Hierzu läuft in der übergeordneten Steuereinrichtung ein Algorithmus ab, mittels dem die von der sendenden Einrichtung erhaltenen Parameter überprüft werden. Weiterhin werden diese  
 10 mit bereits berechneten, die momentane Last auf der Verbindungsleitung betreffenden Parametern verglichen. Auf Basis dieser Vergleiche wird dann entschieden, ob dem neuen Verbindungswunsch entsprochen und diese Verbindung noch zugelassen werden kann. Als maßgebliche Parameter werden u.a. die be-  
 15 reits angesprochene Spitzenzellenrate oder die Sustainable Cell Rate verwendet.

Beim Stand der Technik haben sich zur Behandlung dieser Vorgänge eine Reihe von Verfahren herausgebildet. Als einfaches  
 20 Verfahren sei hier der Sigma Rule Algorithmus angeführt. Dieser Algorithmus wird detailliert in der deutschen Patentanmeldung DP 196 49 646.7 offenbart. Dabei wird eine n-te Verbindung erst zugelassen, wenn für die (n-1) bereits bestehenden Verbindungen zuzüglich der n-ten Verbindung gilt:

$$25 \quad (a) \quad \sum_{i=1}^n PCR_i \leq p_0 \cdot C$$

30 Die Verbindung wird ebenfalls zugelassen, wenn bei Berücksichtigung zusätzlicher Eigenschaften der n Verbindungen wie weiter unten erläutert, die folgende Bedingung (b) erfüllt ist.

$$35 \quad (b) \quad \sum_{VC_i \in \text{Klasse S}} SCR_i + q(c, \text{Klasse S}) \cdot \left( \sum_{VC_i \in \text{Klasse S}} SCR_i \cdot (PCR_i - SCR_i) \right)^{1/2} \leq$$

$$p_0 \cdot C - \sum_{VC_i \in \text{Klasse P}} PCR_i$$

wobei  $c = p_0 \cdot C - \sum PCR_i$  die freie Kapazität für Klasse S ist.

- 5 Der Bedingung (b) ist entnehmbar, daß hier die anstehenden Verbindungen in 2 Klassen aufgeteilt werden. Zu Beginn des Verbindungsaufbaus muß somit vom Sigma Rule Algorithmus entschieden werden, in welche von zwei Klassen, nämlich einer Klasse S sowie einer Klasse P, die gegebenenfalls neu hinzukommende ATM-Verbindung einzuteilen ist.

Der Klasse S werden alle virtuellen Verbindungen zugeordnet, für die ein statistisches Multiplexen gemäß des Sigma Rule Algorithmusses einen deutlichen Gewinn gegenüber dem Peak Cell Rate Reservation Algorithmus bringen würde. Als Kriterium für diese Art von Verbindungen muß für die Spitzenzellenrate und die dauernd erlaubte Zellrate aller statistisch zu multiplexenden Verbindungen folgende Bedingung erfüllt sein:

20

$$PCR/C < 0,03 \text{ und } (0,1 \leq SCR/PCR \leq 0,5)$$

Der Klasse P werden alle übrigen virtuellen Verbindungen zugeordnet. Hierzu zählen insbesondere die Verbindungen mit konstanter Bitrate. Weiterhin werden hier alle die Verbindungen zugeordnet, für die die Parameter SCR sowie PCR sehr nahe beieinander - oder sehr weit auseinanderliegen, oder die bereits im Verhältnis zur Gesamtkapazität der Verbindungsleitung eine hohe Spitzenzellenrate PCR aufweisen. Als Kriterium hierfür gilt eine Spitzenzellenrate, die größer als 3 % der maximal möglichen Übertragungskapazität der Verbindungsleitung ist.

Weiterhin ist der Bedingung (b) ein Faktor q entnehmbar. Dieser Faktor ist sowohl von der Klasse S als auch der freien Kapazität c der Klasse S abhängig. Für eine festgelegte Klasse S müssen die q(c) Werte mittels eines aufwendigen Programmes berechnet werden. Vereinfachend unter dynamischen Gesichts-

punkten wird die Abhängigkeit von der Größe  $c$  durch eine Hyperbelfunktion  $q(c) = q_1 + q_2/c$  abgeschätzt.

Bei diesem Stand der Technik wird somit eine  $n$ -te virtuelle Verbindung  $VC_n$  mit einer definierten Spitzenzellenrate  $PCR_n$  sowie einer dauernd erlaubte Zellrate  $SCR_n$  zu  $(n-1)$  bereits bestehenden virtuellen Verbindungen  $VC_i$  mit den Parametern  $SCR_i$  sowie  $PCR_i$  ( $1 \leq i \leq n-1$ ) auf einer Verbindungsleitung zugelassen, wenn die Bedingungen (a) oder (b) erfüllt sind.

Gemäß der Bedingung (a) wird geprüft, ob die Summe der Spitzenzellenraten aller  $n$  Verbindungen auf der Verbindungsleitung kleiner oder gleich der maximal möglichen Übertragungskapazität auf der Verbindungsleitung ist. Ist dies der Fall, so kann die  $n$ -te virtuelle Verbindung angenommen werden und die Abfrage der Bedingung (b) erübrigt sich. Ist dies nicht der Fall, so wird in Bedingung (b) geprüft, ob die obere Abschätzung des Mittelwerts der Summe der Spitzenzellenraten aller Verbindungen der Klasse  $S$  zusammen mit einer Zellenrate, die sich aus der Burst-Haftigkeit aller Verbindungen der Klasse  $S$  berechnet, kleiner oder gleich der Zellenrate ist, die für Klasse  $S$  Verbindungen derzeit verfügbar sind. Ist dies der Fall, so wird die  $n$ -te virtuelle Verbindung angenommen, im anderen Fall abgelehnt.

Die erste Klasse  $S$  wird nun bei diesem Stand der Technik in weitere Teilklassen  $S_1$ ,  $S_2$  oder  $S_3$  unterteilt, um eine noch feinere Klassifizierung zu erreichen. Der Sigma Rule Algorithmus muß somit im Falle des Eintreffens eines neuen Verbindungswunsches nach Maßgabe festgelegter Abfragekriterien überprüfen, welcher der Teilklassen diese neue Verbindung zuzuordnen ist. Damit wird dann automatisch die günstigste Teilklasse  $S_x$  gewählt. Eine Teilklasse  $S_x$  wird dabei über eine Untergrenze bzw. Obergrenze der Spitzenzellenrate  $PCR$  sowie des Verhältnisses der Übertragungsparameter  $SCR/PCR$  definiert.

Formel (b) erfährt somit eine Modifizierung um die angesprochenen Teilklassen  $S_k$ ,  $P_k$

$$(c) \sum_{VC_i \in S_k} SCR_i + q(c, S_k) \cdot \sqrt{\sum_{VC_i \in S_k} SCR_i \cdot (PCR_i - SCR_i)} \leq c$$

wobei  $c = p_0 \cdot C - \sum_{VC_i \in P_k} PCR_i$  die freie Kapazität für die Klasse  $S$  ist.

10

Der  $q$  Faktor ergibt sich somit zu  $q(c, S_k) = q1_{S_k} + q2_{S_k} / c$

15

Damit ist dieser Verbindungsannahmealgorithmus gemäß dieses Standes der Technik in der Lage zu entscheiden, ob eine vorgegebene Bandbreite, zum Beispiel die Bandbreite eines virtuellen Pfades oder einer Leitung für eine Gruppe von Verbindungen insgesamt ausreichend ist. Da derartige Annahmealgorithmen als Ergebnis eine Ja/Nein-Entscheidung liefern, ob eine Verbindung anzunehmen ist oder nicht, sind sie nicht di-

20

rekt zur Berechnung der effektiven Bandbreite für eine Gruppe von Verbindungen geeignet.

25

Die für eine Gruppe von Verbindungen gemäß des benutzten Sigma Rule Annahmealgorithmus benötigte effektiv Bandbreite ließe sich im Prinzip durch ein iteratives Näherungsverfahren beliebig genau ermitteln. Das Problem dieses Verfahrens liegt aber darin, daß der Annahmealgorithmus pro Verbindungsaufbau mehrfach zu durchlaufen wäre und damit sehr viel Prozessorkapazität kosten würde.

30

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Weg aufzuzeigen, wie ein Annahmealgorithmus derart auszubilden ist, daß in effizienter Weise eine für alle Verbindungen repräsentative Bandbreite berechnet werden kann.

35



Die Erfindung wird ausgehend von den im Oberbegriff von Patentanspruch 1 angegebenen Merkmalen durch die Merkmale des kennzeichnenden Teils gelöst.

5   Vorteilhaft für die Erfindung ist insbesondere, daß als Annahmealgorithmus der Sigma-Rule-Algorithmus verwendet wird. Die Bandbreite wird ausgehend von einem Anfangswert schrittweise mit dem Auf/- Abbau von Verbindungen ermittelt. Der Sigma-Rule-Algorithmus wird bei jedem Schritt gestartet und  
10 liefert neben einer Ja/ Nein Entscheidung eine Abschätzung der Bandbreite, indem zunächst nach Maßgabe von Annahmekriterien ein konservativer Verkehrsparameterwert einer klassenspezifischen Bandbreite hinzugefügt bzw. subtrahiert wird. Dabei ist der konservative Verkehrsparameterwert im Falle des  
15 Verbindungsaufbaus anders ausgebildet als im Falle des Verbindungsabbaus. Ermittelt der Sigma-Rule-Algorithmus, daß die konservative Abschätzung bezüglich der Bandbreite ausreichend wäre, wird ein aggressiverer Verkehrsparameterwert der klassenspezifischen Bandbreite hinzugefügt bzw. subtrahiert. Auch  
20 hier ist der aggressivere Verkehrsparameterwert im Falle des Verbindungsaufbaus anders ausgebildet als im Falle des Verbindungsabbaus.

Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unter-  
25 ansprüchen angegeben.

Die Erfindung wird im folgenden anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert.

30   Es zeigen:

Fig. 1     ein Flußdiagramm gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren.

Fig. 2     ein Flußdiagramm gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren.  
35

Gemäß Fig. 1 ist ein Flußdiagramm des erfindungsgemäßen Verfahrens aufgezeigt. Als Annahmealgorithmus wird der als Stand der Technik eingangs beschriebene Sigma Rule Algorithmus SR verwendet. Demgemäß werden zu den im Sigma Rule Algorithmus SR geführten Zustandvariablen zusätzliche Zustandvariablen eingeführt. Hierbei handelt es sich um die Zustandvariablen  $c^{S_k}$ ,  $c^{P_k}$  und  $c^{\text{eff}_k}$ :

Bei der Zustandvariablen  $c^{S_k}$  handelt es sich um die effektive Bandbreite der virtuellen Verbindungen, die gemäß des Sigma Rule Algorithmuses SR einer der Klassen  $S_k$  zuzuordnen sind. Die Zustandvariable  $c^{P_k}$  gibt die Summe der Spitzenzellenraten PCR aller virtuellen Verbindungen in der Klasse  $P_k$  an, während die Zustandvariable  $c^{\text{eff}_k}$  als effektive Bandbreite aller Verbindungen bezogen auf die Klassen  $k$  definiert wird. Damit ergibt sich:

$$(1) \quad c^{\text{eff}_k} = c^{S_k} + c^{P_k}$$

Für einen Verbindungsaufbau wird nun bei  $(n-1)$  bestehenden Verbindungen  $VC_i$  mit den Parametern  $PCR_i$ ,  $SCR_i$  berechnet, ob

1. die neue Verbindung  $VC_n$  angenommen werden kann oder nicht,
2. die effektive Bandbreite  $c^{\text{eff}_k}$ , die für die  $(n-1)$  bestehenden Verbindungen  $VC_i$  inklusive der neu hinzugekommenen Verbindung  $VC_n$  zu reservieren sind.

In einem ersten Schritt wird zunächst überprüft, ob die neue, gegebenenfalls anzunehmende Verbindung  $VC_n$  einer der Klassen  $S_k$  oder  $P_k$  zugeteilt werden kann. Beispielfhaft sei angenommen, daß diese einer der Klassen  $S_k$  zugeteilt werden kann. In diesem Fall wird überprüft, ob für alle virtuelle Verbindungen  $VC_i$  inklusive der gegebenenfalls hinzukommenden Verbindung folgende Bedingung erfüllt ist:

$$(2) \quad \sum_{VC_i \in S_k} SCR_i + q(c^{S_k} + SCR_n, S_k) \cdot \sqrt{\sum_{VC_i \in S_k} SCR_i \cdot (PCR_i - SCR_i)} \leq c^{S_k} + SCR_n$$

In obiger Formel wird Formel (c) als Basis genommen und die dort verwendete Variable  $c$  durch die für die  $(n-1)$  Verbindungen reservierte Bandbreite  $c^{s_k}$  zuzüglich der dauernd erlaubten mittleren Zellenrate  $SCR_n$ , die für die  $n$ -te gegebenenfalls anzunehmende Verbindung  $VC_n$  zu reservieren ist, ersetzt. Das Verfahren wird wie gemäß Fig. 1 ersichtlich ist, mit einem Wert  $c^{s_k}=0$  gestartet.

Eine strikte Anwendung der Bedingung (2) ergibt gegebenenfalls eine Bandbreite, die größer ist als die Summe der Spitzenzellenraten  $PCR_n$  aller Verbindungen. Da die Summe aller addierten effektiven Bandbreiten aber nie über der Summe ihrer Spitzenzellenraten  $PCR_n$  liegen kann, wird die Bedingung (2) in der Weise modifiziert, daß

$$(3) \quad \min \left[ \sum_{VC_i \in S_k} SCR_i + q(c^{s_k} + SCR_n, S_k) \cdot \sqrt{\sum_{VC_i \in S_k} SCR_i \cdot (PCR_i - SCR_i)}, \sum_{VC_i \in S_k} PCR_i \right] \leq c^{s_k} + SCR_n$$

genommen wird. Damit ist dann eine Sicherheit in der Abschätzung gegeben.

Trifft obige Bedingung zu, so wird als neue effektive Bandbreite  $c^{s_k}$  die bis dahin verwendete effektive Bandbreite zuzüglich der für die  $n$ -te Verbindung  $VC_n$  dauernd erlaubten mittleren Zellenrate  $SCR_n$  genommen. Daraus ergibt sich:

$$(4) \quad c^{s_k} := c^{s_k} + SCR_n$$

Wird die Bedingung (3) nicht erfüllt, wird als neue effektive Bandbreite  $c^{s_k}$  die bis dahin verwendete effektive Bandbreite zuzüglich der für die  $n$ -te Verbindung  $VC_n$  erlaubten Spitzenzellenrate  $PCR_n$  genommen.

$$(5) \quad c^{s_k} := c^{s_k} + PCR_n$$

Damit ist für den Fall, daß die neue, gegebenenfalls hinzukommende Verbindung  $VC_n$  einer der Klassen  $S_k$  zuzuordnen ist, ein Wert für die effektive Bandbreite  $c^{\text{eff}_k}$  gefunden.

- 5 Kann die neue, gegebenenfalls hinzukommende Verbindung  $VC_n$  nicht einer der Klassen  $S_k$  zugeordnet werden, wird automatisch davon ausgegangen, daß sie einer der Klassen  $P_k$  zuteilen ist. Damit ergibt sich:

10 (6)  $c^{P_k} := c^{P_k} + PCR_n$

Unter Verwendung der Formel (1) läßt sich dann die effektive Bandbreite  $c^{\text{eff}_k}$  berechnen:

15  $c^{\text{eff}_k} = c^{S_k} + c^{P_k}$

Damit ist für den Fall eines Verbindungsaufbaus eine effektive Bandbreite gefunden.

- 20 Im folgenden ist dann noch zu ermitteln, ob die neue Verbindung  $VC_n$  angenommen werden kann. Hierzu muß die Bedingung

$$c^{\text{eff}_k} \leq P_0 \cdot C$$

- 25 erfüllt sein.

- Im folgenden wird gemäß Fig. 1 angenommen, daß ein Verbindungsabbau durchgeführt werden soll. Hierbei wird davon ausgegangen, daß bei  $n$  bestehenden Verbindungen  $VC_i$  mit den Parametern  $PCR_i$ ,  $SCR_i$  eine Verbindung  $VC_n$  abgebaut wird.
- 30

- Zunächst wird bei Auslösen der Verbindung überprüft, ob diese betreffende Verbindung  $VC_n$  einer der Klassen  $S_k$  zugeteilt war. In diesem Fall wird ein Abfragekriterium auf alle verbleibenden virtuellen Verbindungen  $VC_i$  (ausschließlich der Verbindung  $VC_n$ ) gemäß Bedingung (7) angewandt:
- 35

11

$$(7) \sum_{VC_i \in S_k} SCR_i + q(c^{S_k} - PCR_n, S_k) \cdot \sqrt{\sum_{VC_i \in S_k} SCR_i \cdot (PCR_i - SCR_i)} \leq c^{S_k} - PCR_n$$

Eine strikte Anwendung der Bedingung (7) ergibt nun gegebenenfalls für die verbleibenden (n-1) Verbindungen eine Bandbreite, die größer ist, als die Summe der Spitzenzellenraten der Verbindungen. Daher ist die Bedingung (7) in der Weise zu modifizieren, daß

$$(8) \min \left[ \sum_{VC_i \in S_k} SCR_i + q(c^{S_k} - PCR_n, S_k) \cdot \sqrt{\sum_{VC_i \in S_k} SCR_i \cdot (PCR_i - SCR_i)}, \sum_{VC_i \in S_k} PCR_i \right] \leq c^{S_k} - PCR_n$$

ergibt.

Trifft obige Bedingung zu, so wird als neue effektive Bandbreite  $c^{S_k}$  die bis dahin verwendete effektive Bandbreite abzüglich der für die n-te Verbindung  $VC_n$  erlaubten Spitzenzellenrate  $PCR_n$  genommen. Daraus ergibt sich:

$$(9) c^{S_k} := c^{S_k} - PCR_n$$

Wird die Bedingung (8) nicht erfüllt, wird als neue effektive Bandbreite  $c^{S_k}$  die bis dahin verwendete effektive Bandbreite abzüglich der für die n-te Verbindung  $VC_n$  dauernd erlaubten Zellenrate  $SCR_n$  genommen.

$$(10) c^{S_k} := c^{S_k} - SCR_n$$

Damit ist für den Fall, daß die abgebaute Verbindung  $VC_n$  einer der Klassen  $S_k$  zugeordnet war, ein Wert für die effektive Bandbreite  $c^{eff_k}$  gefunden.

12

War die abgebaute Verbindung  $VC_n$  nicht einer der Klassen  $S_k$  zugeordnet, wird automatisch davon ausgegangen, daß sie einer der Klassen  $P_k$  zugeteilt war. Damit ergibt sich:

$$5 \quad (11) \quad c^{P_k} := c^{P_k} - PCR_n$$

Unter Verwendung der Formel (1) läßt sich dann die effektive Bandbreite  $c^{eff_k}$  berechnen:

$$10 \quad c^{eff_k} = c^{S_k} + c^{P_k}$$

Damit ist für den Fall eines Verbindungsabbaus eine effektive Bandbreite gefunden.

15 In einer Ausgestaltung der Erfindung wird vorgesehen, anstelle der Formel (10)

$$(12) \quad c^{S_k} := \min \left[ c^{S_k} - SCR_n, \sum_{VC_i \in S_k} PCR_i \right]$$

20 zu setzen. Damit wird beim Abbau von Verbindungen, die einer der Klassen  $S_k$  zugeordnet waren, der Wert der klassenspezifischen Bandbreite  $c^{S_k}$  durch die Summe der Spitzenzellenrate aller den Klassen  $S_k$  zugeteilten Verbindungen nach oben begrenzt. Die entsprechenden Verhältnisse sind in Fig.2 auf-

25 gezeigt.

30

## Patentansprüche

1. Verfahren zum statistischen Multiplexen von ATM-Verbindungen, mit

5 einer Mehrzahl von ATM-Verbindungen, die über eine gemeinsame Verbindungsleitung geführt werden, und für die hierzu auf dieser Verbindungsleitung in der Summe eine effektive Bandbreite ( $c^{\text{eff}_k}$ ) reserviert ist, sowie mit einem Annahmealgorithmus (SR), von dem beim Eintreffen eines Verbindungswunsches  
10 einer weiteren gegebenenfalls hinzukommenden Verbindung diese einer ersten ( $S_k$ ) oder zweiten Klasse ( $P_k$ ) zugeordnet wird, und von dem in Verbindung von Annahmekriterien bezüglich einer einzuhaltenden Bandbreite entschieden wird, ob diese weitere gegebenenfalls hinzukommende Verbindung noch auf der  
15 gemeinsamen Verbindungsleitung akzeptiert werden kann, dadurch gekennzeichnet, daß die effektive Bitrate ( $c^{\text{eff}_k}$ ) ausgehend von einem Anfangswert schrittweise mit dem Auf/- Abbau von Verbindungen ermittelt wird, indem bei jedem Schritt der Annahmealgorithmus  
20 (SR) gestartet wird, und eine erste für die erste Klasse ( $S_k$ ) repräsentative Bandbreite ( $c^{S_k}$ ) und eine zweite für die zweite Klasse ( $P_k$ ) repräsentative Bandbreite ( $c^{P_k}$ ) definiert wird, und nach Maßgabe der Zuordnung der in Frage kommenden Verbindung zu einer der beiden Klassen ( $S_k$ ,  $P_k$ ) sowie wenigstens eines Annahmekriteriums ( $c^{\text{eff}_k}$ ) die erste oder zweite  
25 Bandbreite ( $c^{S_k}$ ,  $c^{P_k}$ ) um einen ersten (SCR) oder einen zweiten Verkehrsparameterwert (PCR) verändert wird.

30 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der erste Verkehrsparameterwert die dauernd erlaubte Zellenrate (SCR) und der zweite Verkehrsparameterwert die Spitzenzellenrate (PCR) der betreffenden Verbindung ist.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß das Annahmekriterium im Falle des Verbindungsaufbaus der-  
art ausgebildet ist, daß falls die gegebenenfalls neu hinzu-  
5 kommenden Verbindung der ersten Klasse ( $S_k$ ) zuordnenbar ist,  
berechnet wird, ob die im Schritt vorher ermittelte erste  
Bandbreite ( $c^{S_k}$ ) inklusive dieser Verbindung ausreichend ist,  
wobei sichergestellt wird, daß die berechnete erste Band-  
10 breite die Summe der Spitzenzellenraten aller Verbindungen  
nicht übersteigen darf, und  
daß bei Erfülltsein des Annahmekriteriums die erste Band-  
breite ( $c^{S_k}$ ) um den ersten Verkehrsparameterwert ( $SCR_n$ ) und  
andernfalls um den zweiten Verkehrsparameterwert ( $PCR_n$ ) er-  
15 höht wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3,  
dadurch gekennzeichnet,  
20 daß falls die gegebenenfalls neu hinzukommenden Verbin-  
dung der ersten Klasse ( $S_k$ ) nicht zuordnenbar ist, diese  
automatisch der zweiten Klasse ( $P_k$ ) zugeordnet wird, und die  
zweite Bandbreite ( $c^{P_k}$ ) um den zweiten Verkehrsparameterwert  
( $PCR_n$ ) erhöht wird.

25

5. Verfahren nach Anspruch 1, 2,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß das Annahmekriterium im Falle des Verbindungsabbaus der-  
art ausgebildet ist, daß falls die abzubauen Verbindung der  
30 ersten Klasse ( $S_k$ ) zugeordnet war, berechnet wird, ob die im  
Schritt vorher ermittelte erste Bandbreite ( $c^{S_k}$ ) exclusive  
dieser Verbindung für die verbleibenden Verbindungen ausrei-  
chend ist, wobei sichergestellt wird, daß die berechnete  
35 erste Bandbreite die Summe der Spitzenzellenraten aller Ver-  
bindungen nicht übersteigen darf, und



15

daß bei Erfülltsein des Annahmekriteriums die erste Bandbreite ( $c^{S_k}$ ) um den zweiten Verkehrsparameterwert ( $PCR_n$ ) oder andernfalls um den ersten Verkehrsparameterwert ( $SCR_n$ ) vermindert wird.

5

6. Verfahren nach Anspruch 5,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß falls die abzubauenende Verbindung der ersten Klasse ( $S_k$ ) nicht zugeordnet war, automatisch davon ausgegangen wird, daß diese der zweiten Klasse ( $P_k$ ) zugeordnet war, und in diesem Fall die zweite Bandbreite ( $c^{P_k}$ ) um den zweiten Verkehrsparameterwert ( $PCR_n$ ) vermindert wird.

15

7. Verfahren nach Anspruch 5,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß das Annahmekriterium im Falle des Verbindungsabbaus derart ausgebildet ist, daß falls die abzubauenende Verbindung der ersten Klasse ( $S_k$ ) zugeordnet war, berechnet wird, ob die im Schritt vorher ermittelte erste Bandbreite ( $c^{S_k}$ ) exclusive dieser Verbindung für die verbleibenden Verbindungen ausreichend ist, und  
daß bei Erfülltsein des Annahmekriteriums die erste Bandbreite ( $c^{S_k}$ ) um den zweiten Verkehrsparameterwert ( $PCR_n$ ) vermindert wird, oder andernfalls der Wert der ermittelten ersten Bandbreite ( $c^{S_k}$ ) durch die Summe der Spitzenzellenraten der ersten Klasse ( $S_k$ ) nach oben begrenzt wird.

30

8. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die effektive Bandbreite ( $c^{eff_k}$ ) sich aus der Summe der ersten ( $c^{S_k}$ ) und zweiten ( $c^{P_k}$ ) Bandbreite ergibt.

35

9. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß der Annahmealgorithmus (SR) pro gegebenenfalls hinzukom-  
mender bzw. abzubauender Verbindung lediglich einmal gestar-  
5 tet wird.

---

## Zusammenfassung

Verfahren zum statistischen Multiplexen von ATM-Verbindungen.

- 5 Bei ATM-Verbindungen werden eine Mehrzahl von Verbindungen über gemeinsame Verbindungsabschnitte übertragen. Neu hinzukommende Verbindungen werden nach Maßgabe von von Annahmealgorithmen getroffenen Entscheidungen zugelassen. Hierbei werden jedoch lediglich Ja/-Nein Entscheidungen getroffen. Oft
- 10 ist jedoch die Kenntnis der Bandbreite der für die Gesamtheit aller über diese Verbindungsabschnitte geführten Verbindungen nötig. Die Erfindung löst dieses Problem, indem die Bandbreite schrittweise mit dem Auf/- Abbau von Verbindungen unter Modifizierung des Sigma-Rule-Algorithmus geschätzt wird.

15

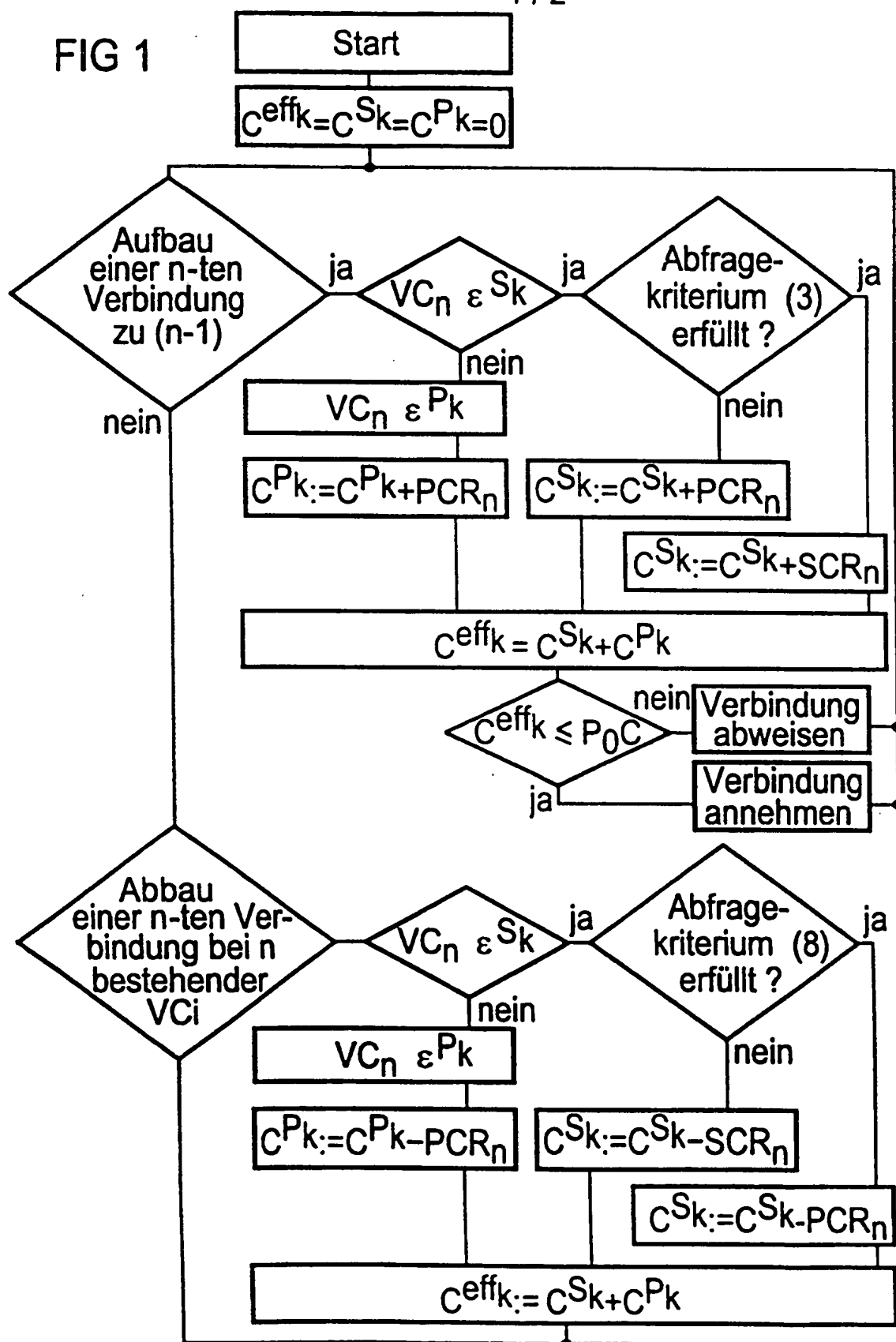
Fig.1

**This Page Blank (uspto)**

---

1 / 2

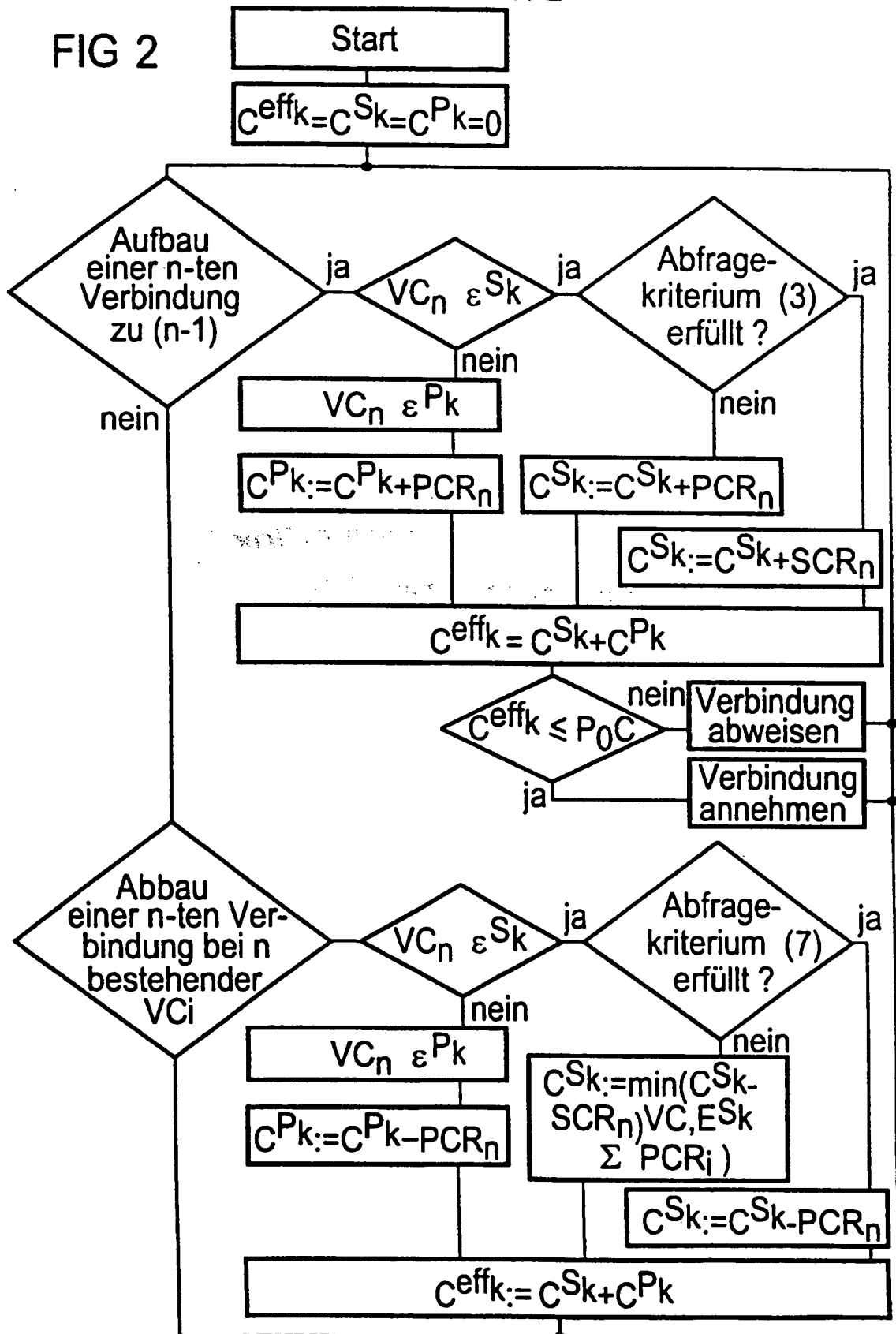
FIG 1



**This Page Blank (uspto)**

2 / 2

FIG 2



**This Page Blank (uspto)**



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 98/02109

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 6 H04Q11/04

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 H04Q

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 673 138 A (FUJITSU LTD) 20 September 1995 see column 11, line 39 - column 14, line 55; figure 1	1,3,8,9
Y	see column 22, line 44 - column 30, line 47	2,4
Y	WO 97 01895 A (NEWBRIDGE NETWORKS CORP ;HUANG CHUN CHONG (CA)) 16 January 1997 see page 6, line 1 - page 7, line 9	2
Y	CHENG L: "QUALITY OF SERVICES BASED ON BOTH CALL ADMISSION AND CELL SCHEDULING" COMPUTER NETWORKS AND ISDN SYSTEMS, vol. 29, no. 5, April 1997, pages 555-567, XP000686166 see page 558, column 2, line 10 - page 560, column 1, line 8	4



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

8 January 1999

Date of mailing of the international search report

20/01/1999

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Gregori, S

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 98/02109

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)		Publication date
EP 0673138	A	20-09-1995	JP	7264190 A	13-10-1995
			US	5583857 A	10-12-1996
<hr/>					
WO 9701895	A	16-01-1997	AU	6184096 A	30-01-1997
<hr/>					

## A. KLASSTIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 6 H04Q11/04

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 6 H04Q

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie <sup>o</sup>	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 0 673 138 A (FUJITSU LTD) 20. September 1995 siehe Spalte 11, Zeile 39 - Spalte 14, Zeile 55; Abbildung 1	1,3,8,9
Y	siehe Spalte 22, Zeile 44 - Spalte 30, Zeile 47	2,4
Y	WO 97 01895 A (NEWBRIDGE NETWORKS CORP ;HUANG CHUN CHONG (CA)) 16. Januar 1997 siehe Seite 6, Zeile 1 - Seite 7, Zeile 9	2
Y	CHENG L: "QUALITY OF SERVICES BASED ON BOTH CALL ADMISSION AND CELL SCHEDULING" COMPUTER NETWORKS AND ISDN SYSTEMS, Bd. 29, Nr. 5, April 1997, Seiten 555-567, XP000686166 siehe Seite 558, Spalte 2, Zeile 10 - Seite 560, Spalte 1, Zeile 8	4



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

<sup>o</sup> Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen:

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&amp;" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

8. Januar 1999

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

20/01/1999

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Gregori, S

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 98/02109

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0673138      A	20-09-1995	JP 7264190 A US 5583857 A	13-10-1995 10-12-1996
WO 9701895      A	16-01-1997	AU 6184096 A	30-01-1997